SANS CLASSIFICATION

DEFENCE RESEARCH ESTABLISHMENT
CENTRE DE RECHERCHES POUR LA DÉFENSE
VALCARTIER, QUÉBEC

DREV - TM – 1999 - 191
Unlimited Distribution / Distribution illimitée

CONSTRUCTION DE MEMOIRES D'ENTREPRISE : MODÈLES, MÉTHODES ET APPLICATION

Par

A.-C. Boury-Brisset

September / Septembre 2001

Approved by / approuvé par

Section Head / chef de section

14 sept. 2001
Date

AVERTISSEMENT

Les renseignements ci-dessus sont la propriété de Sa Majesté et sont communiqués au destinataire, étant entendu qu'ils seront utilisés uniquement à des fins d'information et d'évaluation. Toute utilisation à des fins commerciales, notamment à des fins de fabrication, est interdite. La diffusion de la présente publication ou de son contenu à des tiers est interdite sans le consentement écrit préalable du MDN du Canada.

© Sa Majesté la reine, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2001

ABSTRACT

As part of a project that aims at building a knowledge repository for the air force, this memorandum presents the different models and methods that could be utilized to design an organizational memory. In order to illustrate these concepts, we describe an application that proposes some ideas that could be exploited in our context.

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'un projet visant à construire une mémoire d'entreprise pour les forces de l'air, ce memorandum fait état des divers modèles et méthodes qui peuvent aider à la mise en place d'une telle mémoire organisationnelle. De plus, nous illustrons l'approche par une application en métallurgie dont certains éléments pourraient être exploités dans notre contexte.

TABLE DES MATIÈRES

ABSTRACT / RÉSUMÉ iii

FICHE DE SYNTHÈSE vii

1.0 INTRODUCTION 1

1.1 Définitions 2
1.2 Catégories de mémoires d'entreprise 3
1.3 Objectifs d'une mémoire d'entreprise 5
1.4 Implantation d'une mémoire d'entreprise 6

2.0 TRAVAUX ET RÉALISATIONS 7

2.1 Méthode REX 7
2.2 Méthode MKSM 8
2.3 Projet Memolab 9
2.4 Système Nestor 9
2.5 Système CQ4 9
2.6 Système SELL 10
2.7 Enterprise Project 10
2.8 Projet KACTUS 10
2.9 Projet DOLMEN 11

3.0 ACQUISITION DES CONNAISSANCES POUR LA CONCEPTION D'UNE MÉMOIRE D'ENTREPRISE 12

3.1 Particularités des ME pour l'acquisition des connaissances 12
3.2 Aspects méthodologiques d'acquisition de connaissances 15

4.0 MODÉLISATION DES CONNAISSANCES D'UNE MÉMOIRE D'ENTREPRISE 19

4.1 Typologie des connaissances d'une mémoire d'entreprise 19
4.2 Représentation des connaissances dans DOLMEN 21

5.0 MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME DE CAPITALISATION DES CONNAISSANCES 23

5.1 Catégories d'utilisateurs....24

5.2 Architecture du système de capitalisation de connaissances....24

5.3 Architecture du système DOLMEN....25

5.4 Aides et explications....28

6.0 CONCLUSION....30

7.0 RÉFÉRENCES....32

FICHE DE SYNTHÈSE

Bien que la notion de mémoire d'entreprise soit apparue il y a une vingtaine d'années, ce n'est que récemment que les entreprises ont réalisé l'importance de la mise en œuvre et de l'exploitation de leurs connaissances. Face à la prise de conscience que l'entreprise est une unité de production de connaissances et que l'exploitation des connaissances qu'elle renferme est primordiale pour que l'entreprise demeure compétitive, il est essentiel de colliger toutes les connaissances relatives au fonctionnement de l'entreprise, au savoir et aux savoir-faire de ses employés pour les conserver et les réutiliser au moment opportun.

Les recherches sur les mémoires d'entreprise visent à trouver des modèles, méthodes et techniques proposant le formalisme de représentation des connaissances approprié pour structurer, modéliser et exploiter les connaissances de l'entreprise. La relative jeunesse de ce champ de recherche fait qu'il existe de multiples définitions du concept de mémoire d'entreprise et peu de réalisations concrètes dans la littérature.

Dans le cadre de recherches effectuées au Centre de recherches pour la défense Valcartier portant sur la conception d'une mémoire d'entreprise pour les forces de l'air, ce document a pour objectif de répondre aux questions qui se posent lors de la construction d'une mémoire d'entreprise, à savoir : Quelle est la démarche de conception, de modélisation de connaissances, les langages et outils qui permettent la construction effective d'une mémoire d'entreprise ? Quelles sont les contraintes imposées par le concept de mémoire d'entreprise sur le processus d'acquisition de connaissances ? Comment modéliser les connaissances d'une mémoire d'entreprise pour en faciliter la consultation, l'exploitation dans des contextes variés et la mise à jour par des experts. Pour illustrer ces propos, on présente un exemple d'implantation de mémoire d'entreprise dans le domaine de la métallurgie, qui a fait l'objet d'une thèse de doctorat. Les concepts et exemples décrits dans ce memorandum pourront servir de base à la conception d'une mémoire d'entreprise dans un cadre militaire.

1.0 INTRODUCTION

Bien que la notion de mémoire d'entreprise (ME) ou mémoire organisationnelle (MO) soit apparue il y a une vingtaine d'années, ce n'est que récemment que les entreprises se sont rendu compte de l'importance de la mise en œuvre et de l'exploitation de leurs connaissances. Face à la prise de conscience que l'entreprise est une unité de production de connaissances et que l'exploitation des connaissances qu'elle renferme est primordiale pour que l'entreprise demeure compétitive, il est essentiel de colliger toutes les connaissances relatives au fonctionnement de l'entreprise, au savoir et aux savoir-faire de ses employés pour la conserver et la réutiliser au moment opportun.

Un des problèmes suscités par l'utilisation de l'informatique réside dans le besoin de formalisation pour la représentation des connaissances. Cette dernière peut poser des problèmes lors de l'exploitation de celles-ci par des utilisateurs qui peuvent être réticents à l'utilisation de cette nouvelle technologie. Les recherches sur les mémoires d'entreprise visent justement à trouver des modèles, méthodes et techniques permettant de minimiser cette formalisation.

Les premières tentatives de construction de mémoires d'entreprise furent limitées à des systèmes documentaires insuffisants pour l'exploitation des connaissances. L'approche des systèmes experts, en revanche, visait à capturer le savoir-faire d'un expert dans un domaine particulier mettant l'accent sur la représentation des connaissances et raisonnements de ces derniers, et constituait donc une vision plus restrictive que celle des mémoires d'entreprise.

Au cours de travaux plus récents les chercheurs se sont intéressés à concevoir et implanter des mémoires d'entreprise. La relative jeunesse de ce champ de recherche fait qu'il existe de multiples définitions de concept de mémoire d'entreprise et peu de réalisations concrètes dans la littérature.

Ce document a pour objectif de répondre aux questions qui se posent lors de la construction d'une mémoire d'entreprise, à savoir :

- De quoi a-t-on besoin pour construire une mémoire d'entreprise ?

- Quelle est la démarche de conception, de modélisation de connaissances, les langages et outils qui permettent la construction effective d'une mémoire d'entreprise ?
- Quelles sont les contraintes imposées par le concept de mémoire d'entreprise sur le processus d'acquisition de connaissances ?
- Comment modéliser les connaissances d'une ME ? Quelles sont les contraintes à prendre en compte ? En particulier, les connaissances doivent pouvoir être consultées et mises à jour par des experts. Elles doivent permettre des utilisations variées.

1.1 Définitions

Plusieurs chercheurs œuvrant dans le domaine ont proposé leur définition de mémoire d'entreprise.

« La mémoire d'entreprise se caractérise par la volonté de préserver, pour les réutiliser par la suite ou le plus rapidement possible, les raisonnements, comportements, les savoirs, les connaissances jusque dans leurs contradictions et dans leur diversité » [1].

« ... une représentation explicite, non contextuelle et persistante de la connaissance et l'information dans une entreprise » [2].

« repérer et rendre visible les connaissances de l'entreprise, pouvoir les conserver, les accéder et les actualiser, savoir les diffuser et mieux les utiliser, les mettre en synergie, deviennent des sujets de préoccupations actuels, que nous rassemblons sous l'expression générique capitalisation des connaissances de l'entreprise » [3].

La terminologie du domaine est encore floue. Ainsi, J. Pomian [1] précise que *« le terme de mémoire d'entreprise couvre [...] à la fois la démarche de constitution de la mémoire et la mémoire elle-même ».*

Quelle que soit la définition choisie, une mémoire d'entreprise est toujours vue comme l'ensemble des connaissances d'une entreprise résultant de l'expérience et des acquis des personnes y travaillant.

Une mémoire d'entreprise présente les caractéristiques suivantes :

- Diversité des connaissances représentées dans la ME : connaissances du domaine, connaissances relatives aux raisonnements. Grundstein [3] fait un découpage des connaissances en savoir et savoir-faire.
- Hétérogénéité des sources (documents, personnes, bases de données, etc.).
- Dispersion des connaissances à tous les niveaux de l'entreprise.
- Généricité ou diverses exploitations de la mémoire. Les connaissances doivent être modélisées dans un format permettant plusieurs types d'utilisation.
- Évolutivité d'une ME. Une ME est vouée à évoluer en permanence. Les connaissances d'une ME n'ont de sens que par rapport à une dimension temporelle et doivent être mises à jour au fil du temps.

1.2 Catégories de mémoires d'entreprise

G. Simon [4] dresse une typologie des mémoires d'entreprise selon les paramètres **support, contenu** et **type d'exploitation**.

1.2.1 Support

Les critères pour analyser les mémoires d'entreprise par rapport au support sont : pérennité, préservation, étendue de diffusion, fidélité, accessibilité physique, accessibilité qualitative, temps d'accès, temps d'exploitation, couverture du champ mémorisable.

Dans ce contexte, J. Pomian propose une typologie des mémoires d'entreprise selon le support informatique :

- **Mémoires statiques** : elles permettent l'archivage de l'écrit au moyen de fichiers, bases de données ou bases documentaires. Leur contenu n'est interprétable que par leur concepteur, elles ne peuvent donc répondre aux besoins d'une mémoire d'entreprise.
- **Mémoires nodales** : elles exploitent la notion de réseau informatique, en ce sens que cette mémoire est composée de nœuds d'information reliés par des liens sémantiques. Un nœud est un regroupement de connaissances pouvant provenir de différentes sources. Ce concept a donné naissance à toute une gamme d'outils informatiques qualifiés d'hypertextes. Avec ce type de mémoire, l'utilisateur est actif vis-à-vis de la connaissance, il navigue au sein d'un ensemble d'informations

sans contrainte séquentielle. Les informations obtenues sont le résultat du processus intellectuel emprunté par l'utilisateur. Des travaux visent à améliorer le parcours du réseau en analysant la trace du parcours effectué par l'utilisateur et en lui faisant des suggestions. Citons comme exemple de mémoire nodale les techniques de groupware ou travail coopératif permettant à plusieurs personnes de travailler sur un même document (mis en œuvre avec Lotus Notes) et Internet. La caractéristique fondamentale de ce type de mémoire est le morcellement de l'information, donc sa dispersion. L'utilisateur risque de se perdre avant d'avoir atteint le but de sa recherche. Les mémoires nodales doivent donc être accompagnées d'une gestion pour être exploitables.

- **Mémoires raisonnantes** : Elles ajoutent une composante raisonnement aux précédentes. L'approche système expert en fait partie. L'inconvénient est que les systèmes experts ne montrent qu'un point de vue des connaissances qu'ils renferment. Une ME doit posséder un degré de généralité plus élevé afin de permettre des réutilisations variées.

1.2.2 Contenu

J. Pomian [1] établit une typologie qui distingue trois types de mémoires en fonction de leur contenu :

- Mémoire technique : relative à un domaine pointu, intègre le savoir-faire d'experts. Elle comprend des données techniques, des manières de faire, des prises de décision, des expériences.
- Mémoire de projet : vise à préserver les connaissances relatives à un projet qui habituellement disparaissent à la fin du projet.
- Mémoires managériales ou organisationnelles : connaissances partagées par les personnes appartenant à l'organisation et qui contribuent à son bon fonctionnement.

Un autre découpage est proposé par Tourtier de Dassault-Aviation dans [4] :

- Mémoire métier : référentiel (termes techniques, définitions, etc), documents, outils et méthodes.
- Mémoire société : organisation, activités, produits, participants.
- Mémoire individu : statut, compétences, savoir-faire, activités.

- Mémoire projet : définitions, activités, historique, résultats.

Dans ces typologies, on ne trouve pas de mémoire domaine, renfermant les connaissances relatives au fondement d'un domaine indépendamment du mode d'utilisation futur par l'entreprise. Une telle mémoire devrait exister à part entière.

1.2.3 Classement / exploitation

Cette classification proposée par G. Van Heijst [2] est composée de quatre catégories dont deux sont liées à la cueillette d'informations et deux sont liés à l'exploitation des informations :

- Processus de **cueillette d'informations**

  Actif : la mémoire est enrichie par un groupe de personnes chargé d'observer les échanges d'informations dans l'entreprise.

  Passif : la mémoire est enrichie par toute personne de l'entreprise.
- Processus **d'exploitation des informations**

  Actif : un groupe chargé d'administrer la mémoire décide que certaines connaissances sont d'intérêt général et les diffuse au sein de l'entreprise.

  Passif : chaque utilisateur potentiel de la mémoire la consulte lorsqu'il a des besoins d'informations spécifiques.

1.3 Objectifs d'une mémoire d'entreprise

Plusieurs raisons conduisent à la construction d'une ME :

- Départ d'un employé (transmission du savoir, réutilisation).
- Réutilisation d'anciens procédés (mémoriser le principe de fonctionnement)
- Réutilisation de matériel (idem).

L'exploitation d'une ME se fait généralement par la diffusion de connaissances au sein de l'organisation pour faciliter l'apprentissage. G. Van Heijst décrit plusieurs modes d'apprentissage : individuel, par communication et via une ME.

1.4 Implantation d'une mémoire d'entreprise

Une ME de type système expert (SE) ou système à base de connaissances (SBC) est liée à une tâche de résolution de problème. Elle intègre le savoir et le savoir-faire technique d'experts, ce qui ne couvre qu'une partie des besoins d'une ME. Les SE n'intègrent pas certaines dimensions essentielles d'une ME :

- Évolution (pas de gestion de l'évolution des connaissances) ;
- Incertitude (l'incertitude est rarement prise en compte) ;
- Temporalité (les SE visent des connaissances stables) ;
- Aspect documentaire (absents au sein des SE).

Il est primordial pour une ME d'intégrer les documents produits par l'entreprise. Certains peuvent être modélisés, les autres doivent être référencés pour que les utilisateurs puissent retrouver les sources de connaissances représentées. Ainsi, J. Pomian indique : *les documents décrivent le quoi, les acteurs de l'entreprise apportent le comment et le pourquoi*.

Par ailleurs, les SE visent à représenter un consensus entre plusieurs experts, et donc modélisent une vision standardisée qui ne correspond pas aux connaissances brutes. Selon J. Pomian, cette technique produit un ensemble de connaissances inédites qui ne sont pas réellement celles que l'expert manipule quotidiennement. Ceci est différent d'une ME qui vise à conserver les connaissances et raisonnements dans toute leur diversité. Ainsi, des connaissances contradictoires peuvent coexister. Dans ce contexte, l'utilisateur risque d'avoir des difficultés à gérer les incohérences.

Il s'agit donc de définir au sein d'une ME une forme de SBC d'un type nouveau. G. Van Heijst cite sept contraintes qui devraient être respectées par toute ME dont :

- Toute personne doit pouvoir accéder à la connaissance de la ME et augmenter son apprentissage individuel par combinaison de différentes connaissances de celle-ci.
- Toute personne doit pouvoir aisément soumettre des connaissances obtenues par apprentissage individuel à la mémoire d'entreprise.
- Il doit exister des mécanismes permettant de maintenir la ME.

Certaines contraintes posent le problème du **partage des connaissances**. Les travaux du domaine de l'ingénierie des connaissances visent à trouver des méthodes,

P516272.PDF [Page: 15 of 44]

techniques et outils permettant d'aboutir à des représentations des connaissances favorisant leur partage et leur évolution. Ils couvrent quatre thèmes :

- Représentation des connaissances : définir un langage standard de représentation (ex. KRSS) ou proposer des mécanismes permettant de faire communiquer les différents formalismes de représentation (ex. KIF).
- Utilisation des connaissances : définir des langages standards (projets ARPA, SHADE, TOVE).
- Partage et réutilisation des connaissances : définition d'ontologies, c.-à-d. vocabulaire de description des connaissances d'un domaine indépendant de la représentation future de ces connaissances [5]. Les concepteurs d'ontologies espèrent ainsi favoriser la systématisation de la conception de mémoires d'entreprises.
- Évolution et maintenance des bases de connaissances : mécanismes facilitant l'évolution et la maintenance des bases de connaissances.

2.0 TRAVAUX ET RÉALISATIONS

Un certain nombre de méthodes, projets ou systèmes liés aux mémoires d'entreprise sont décrits dans [4]. Nous en donnons les principales caractéristiques ci-dessous.

2.1 Méthode REX

La méthode REX [6] a été proposée par Patrick Prieur dans le cadre d'un projet du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) visant à capitaliser les connaissances et l'expérience acquises dans le domaine des réacteurs nucléaires.

L'entreprise est perçue comme un ensemble d'activités variées, réalisées par une ou plusieurs personnes mettant en œuvre leurs connaissances et savoir-faire. L'expérience résultante peut être réutilisée par d'autres personnes souhaitant bénéficier de cette expérience pour entreprendre de nouvelles activités. Ce processus est appelé « le cycle de retour d'expérience ». La méthode REX vise à optimiser ce cycle afin de conserver et de réutiliser au maximum l'expérience.

Dans ce contexte, la structure d'une ME repose sur la notion d'éléments d'expérience, qui sont des structures normalisées contenant le contexte de l'expérience, le contenu de l'expérience, une liste de références contenant le détail des connaissances. La

P516272.PDF [Page: 16 of 44]

mémoire d'expériences contient également un modèle descriptif contenant des hiérarchies de concepts du domaine et un réseau d'éléments lexicaux complétant le modèle descriptif avec des termes en langue naturelle.

Le système de gestion de l'expérience de l'entreprise vise à trouver les éléments d'expérience répondant le mieux aux requêtes des utilisateurs.

2.2 Méthode MKSM

La méthode MKSM (Method for Knowledge System Management) élaborée par J.-L. Ermine [7] est également issue de travaux de recherche et d'applications au Commissariat à l'énergie atomique. Elle vise à structurer le patrimoine de connaissances d'une organisation à l'aide d'un outil dénommé « macroscope de la connaissance » qui permet de croiser plusieurs points de vue, donnant ainsi une représentation construite et complète du système de connaissances étudié. La connaissance se perçoit comme un signe qui contient de l'information, du sens et du contexte (hypothèse sémiotique). Ces points de vue peuvent alors se décliner suivant leur fonction, leur structure et leur évolution (hypothèse systémique). Une analogie peut être faite avec le fonctionnement d'une montre qui procure une information aux significations très variées, et qui peut être décrite selon plusieurs angles (fonction, structure, et évolution).

La méthode MKSM est composée de plusieurs phases qui procèdent par raffinements successifs de l'analyse et de la modélisation du patrimoine des connaissances afin de maîtriser la complexité d'un système de connaissances pour réaliser les objectifs opérationnels. C'est le cycle de modélisation MKSM. Il consiste à :

- Délimiter le système sur lequel on travaille;
- Effectuer une analyse contextuelle afin de cerner en quoi consiste la connaissance et dans quelle activité elle est mise en œuvre;
- Décrire les savoirs et savoir-faire mis en œuvre dans le système de connaissance étudié.

La modélisation donne lieu à un *livre de connaissances* pouvant être utilisé pour le partage et la transmission des connaissances, pour la formation et la capitalisation. Ce livre est implanté sous format électronique (ex. hypermédia intranet) et permet de faire le lien avec les autres sources d'informations (références documentaires, bibliographiques, documents électroniques, bases de données, etc.).

P516272.PDF [Page: 17 of 44]

Enfin, le cycle de vie MKSM permet de mettre en œuvre le projet de gestion des connaissances depuis la modélisation du patrimoine de connaissances jusqu'à la mise en place d'une solution opérationnelle. Il comprend trois phases : une phase de cadrage, la phase de modélisation et le schéma d'orientation de gestion des connaissances.

2.3 Projet Memolab

Le projet Memolab, mis en œuvre à l'Université technologique de Compiègne, vise à capitaliser les connaissances d'un groupe de recherche. Compte tenu de la diversité des connaissances à traiter, les auteurs proposent une architecture d'agents comprenant : agent bibliographique, agent organisation, agent décision, agent dictionnaire et agent profil membres. Ces agents coopèrent pour répondre à une requête sur la mémoire.

2.4 Système Nestor

Le système Nestor est également issu de l'Université technologique de Compiègne. L'organisation d'une ME est représentée par un réseau d'hyperdocuments. Les nœuds du réseau sont des paragraphes, des chapitres de rapports, de notes de l'entreprise.

Ce mode de représentation a été utilisé pour construire une ME dans le domaine des télécommunications.

2.5 Système CO4

J. Euzénat propose dans le système COA développé à l'INRIA, d'associer des connaissances formelles et informelles au sein d'une ME. Celle-ci comprend trois types de bases de connaissances (BC) : une BC descriptive (concepts du domaine), une BC méthodologique (spécifie comment utiliser les méthodes pour effectuer une tâche), et une BC comportementale (modélise les phénomènes dynamiques). Le système permet d'annoter les BC par des nœuds hypertextes, et de naviguer au sein de l'ensemble des annotations hypertextes pour consultation. Les BC sont utilisées comme serveurs Web.

2.6 Système SELL

Le système SELL (Space Engineering Lessons Learned Program), conçu à la NASA, vise à assurer que la conception, le développement et l'évaluation du système de vol répondront aux attentes. Il permet de construire une BC de leçons apprises : erreurs les plus souvent répétées, mauvaises pratiques et recommandations. Ces leçons sont classées selon le domaine sur lequel elles portent (mécanique, électrique, etc.). Le système peut être enrichi via un formulaire électronique et consulté à l'aide d'un moteur de recherche.

2.7 Enterprise Project

Ce projet d'envergure, décrit dans [5], vise à offrir un ensemble d'outils et méthodes intégrés dans un système permettant d'analyser le comportement de l'entreprise et ses activités. Ces outils et méthodes doivent être fondés sur une ontologie de l'entreprise, ce qui garantira la possibilité de faire communiquer le système et d'en faire le système d'information le plus complet de l'entreprise. Le projet doit permettre de définir des interfaces entre les outils du projet et les outils de modélisation et d'aide à la décision existants, ce qui permettra d'augmenter les capacités du système.

2.8 Projet KACTUS

Ce projet européen (Knowledge About Complex Technical systems for multiple Use) [8] vise à permettre la réutilisation de connaissances par le développement d'ontologies dans des domaines d'application variés tels que les réseaux électriques, la structure des bateaux et le processus de conception de plates-formes pétrolières. Les objectifs sont de montrer qu'il est possible via les ontologies de réutiliser les connaissances et de contrôler l'évolution de ces ontologies.

Il est à noter que peu de travaux proposent des mécanismes d'exploitations automatiques de ces ME implantées.

2.9 Projet DOLMEN

Le projet DOLMEN (Défectologie et Mémoire d'entreprise), qui constitue la thèse de G. Simon [4], part d'une expérience de construction de mémoire d'entreprise dans le domaine de la métallurgie qui porte plus précisément sur les défauts dans la production d'aciers. Il s'agit de conserver sous une forme exploitable la trace des incidents, pannes et défauts survenus au cours de la production. Ces connaissances pourront être réutilisées pour ne plus commettre les mêmes erreurs.

Les caractéristiques de l'entreprise étudiée sont :

- L'éclatement des sites de production qui ont leur propre mode de fonctionnement (vocabulaire, procédure), d'où un problème d'homogénéité.
- La nature du domaine : multiplicité et diversité des paramètres. L'expertise est basée sur le métier et un grand nombre de règles issues de l'expérience.

La construction de mémoires d'entreprise est reliée à un projet de système d'information démarré par la direction de l'entreprise. Les fonctionnalités du système sont essentiellement :

- Création d'un catalogue des produits.
- Harmonisation du langage technique interne. Un langage commun doit être défini pour faciliter les communications entre sites.
- Recensement centralisé des documents relatifs à la production.
- Pérennisation de l'expertise (projet de mémoire d'entreprise). Il s'agit de conserver les connaissances issues du savoir-faire défectologique de l'entreprise et des gammes de fabrication d'aciers dans une mémoire d'entreprise qui disposera de mécanismes d'exploitation variés. Ces mécanismes d'exploitation devront être automatisés au sein du support de la mémoire pour mettre en œuvre des raisonnements permettant de réutiliser à bon escient les connaissances préalablement stockées afin de mener à bien de nouvelles tâches. Ceci constitue un compromis entre les SE et les mémoires de type statique. Un exemple d'exploitation serait de mettre en place des mécanismes qui, à partir d'une description de fabrication d'acier par l'utilisateur et par exploitation de la ME, déterminent si cette fabrication risque d'engendrer des défauts connus.

L'objectif visé par la mémoire est donc multiple :

- Valider les documents produits (sont-ils suffisants ?).

- Aider les experts défectologues à formaliser leur expertise.
- Améliorer la qualité de la production.
- Former des ingénieurs métallurgistes par l'utilisation du logiciel.

3.0 ACQUISITION DES CONNAISSANCES POUR LA CONCEPTION D'UNE MÉMOIRE D'ENTREPRISE

Il s'agit de cerner quelles sont les nouvelles contraintes dont il faut tenir compte dans le cadre de la conception d'une ME et les conséquences qu'elles impliquent sur le processus d'acquisition des connaissances.

3.1 Particularités des ME pour l'acquisition des connaissances

Nous donnons ci-dessous les caractéristiques en terme d'acquisition des connaissances propres à la conception de mémoires d'entreprise qui peuvent être également valables pour les SE de seconde génération.

- Multiexpertise : chaque personne travaillant dans le domaine est susceptible de détenir des connaissances pertinentes pour la mémoire. De ce fait, les connaissances recueillies peuvent être contradictoires et il peut être intéressant de conserver ces contradictions dans la ME. Cependant, il sera plus difficile de trouver un schéma de modèle conceptuel permettant de les représenter.

  La multiexpertise est une caractéristique fondamentale pour la conception d'une ME qui la distingue des SBC au sens où les experts à consulter sont nombreux (une vingtaine pour le projet DOLMEN).
- Les connaissances sont variées selon leur source et leur rôle, visent tous les savoirs de l'entreprise qui peuvent être contenus dans des rapports, des cours, des comptes-rendus ou résider dans la tête des experts.
- Les connaissances doivent être générales et facilement opérationnalisables (doivent être interprétables afin d'être utilisées lors de la réalisation d'une tâche d'exploitation donnée). Il y a ambiguïté concernant des connaissances a priori non liées à une tâche de résolution de problème mais devant fournir la possibilité de réaliser différentes tâches de résolution de problèmes.
- La méthode d'acquisition et de représentation des connaissances doit être souple et extensible (une ME est constamment enrichie).

- Une ME vise des exploitations variées : les méthodes d'acquisition de connaissances ne sont pas adaptées car elles ciblent un type de résolution de problèmes particulier. Dans le cas d'une ME, l'analyse des connaissances de l'expert doit se faire en dehors de toute considération ayant trait à des tâches d'exploitation particulières (G. Simon estime que la méthode MACAO facilite cet aspect par rapport à d'autres méthodes telles que CommonKADS [9]). Ceci implique que lors de la phase de recueil, on analyse comment les experts perçoivent les concepts devant être représentés dans la ME sans viser une tâche de résolution de problème particulière.
- Il est difficile de déterminer ce qui peut être intégré dans la ME et ce qui n'a pas lieu d'être. Il faut prévoir un modèle permettant un enrichissement incrémental.
- Les méthodes d'acquisition de connaissances proposent une séparation claire entre connaissances du domaine et connaissances de résolution (inférences, tâches). Pour une ME, la décomposition est plus complexe.
- Il est plus difficile de guider et motiver les experts qui perçoivent mal comment la ME va être exploitée. De ce fait, ils ont également davantage de difficulté à cerner quelles connaissances expliciter et comment les expliciter. Ceci est accentué par le fait que les connaissances prises en compte dans une ME sont vastes. Par conséquent, il semble pertinent d'acquérir les connaissances relatives à une tâche d'exploitation représentative de l'utilisation de la ME parallèlement à l'acquisition des connaissances de la ME pour pallier les problèmes précités.
- La notion d'opérationnalisation prend un sens différent pour les ME :
  - Vie de la ME (enrichissement, modification, consultation) : l'expert peut juger si la structure de la mémoire est facile à utiliser, s'il est capable de fournir les informations permettant à la mémoire d'évoluer.
  - Exploitation de la ME : mise en œuvre de processus permettant d'exploiter automatiquement la ME dans un objectif précis. Ceux-ci peuvent faire appel à des connaissances de résolution de problèmes indépendantes de la mémoire devant être acquises et validées par l'expert.
- Une méthode de type prototypage rapide (ex. MIKE) serait intéressante dans le cas d'une ME, car il est important de concrétiser le plus vite possible auprès des utilisateurs les propositions faites.
- Il est impératif de prendre en compte l'évolutivité des connaissances car les connaissances d'une ME ne sont pas stables comme celles d'un SBC.

P516272.PDF [Page: 22 of 44]

- Délimitation de la portée de la ME : quelles informations retenir ou rejeter ? Quelles connaissances formaliser pour pouvoir les exploiter automatiquement et quelles connaissances garder informelles (texte, images). Si des connaissances modélisées à un niveau général deviennent le support d'une tâche d'exploitation particulière de la mémoire, un raffinement de la modélisation des connaissances devient nécessaire.

Le problème de réutilisation des connaissances du domaine est traité par le champ de recherche portant sur les ontologies. Dans le cadre de la conception de SBC, B. Swartout [10] définit une ontologie comme « un ensemble de termes structurés qui décrivent un domaine ou un sujet ». Une ontologie contient donc une description sous forme de termes et de relations du vocabulaire d'un domaine, d'une application, d'une tâche.

L'objectif des ontologies est, entre autres, de permettre la conception de bases de connaissances qui soient partageables et réutilisables. L'idée est que les connaissances des différentes bases sont exprimées à partir du même vocabulaire ou de vocabulaires appartenant à la même ontologie. Il est alors possible pour un SBC d'interpréter, voire d'utiliser les connaissances d'un autre système dont la base est fondée sur la même ontologie.

Une ontologie peut avoir plusieurs types d'utilisation au cours de la conception d'un SBC [11] :

- Moyen de stockage des connaissances transversales et standardisées d'une organisation ;
- Support de discussion entre des utilisateurs provenant de milieux différents pendant l'acquisition des connaissances ;
- Moyen de contrôle du développement d'un SBC par les choix de points de vue qu'elle impose sur le domaine.

Ces modes d'utilisation correspondent aux besoins inhérents à la conception d'un ME. Avant le démarrage de la conception d'une ME, il serait souhaitable de définir une « ontologie mémoire » contenant le vocabulaire utilisé pour décrire les connaissances de la mémoire. Celle-ci permettrait d'obtenir un consensus des futurs utilisateurs de la mémoire sur ce qu'elle doit être. Elle faciliterait en outre la compréhension et l'exploitation des documents de l'entreprise par le cogniticien. Elle garantirait une

P516272.PDF [Page: 23 of 44]

certaine cohérence de la mémoire durant son évolution, les connaissances introduites devant obligatoirement être exprimées à partir du vocabulaire et du point de vue de l'ontologie. Mais il reste que la construction de l'ontologie d'une mémoire d'entreprise est une tâche de longue haleine.

3.2 Aspects méthodologiques d'acquisition de connaissances

3.2.1 Exploitation des documents

Les documents contenant des connaissances susceptibles d'être intégrées dans la ME doivent être exploités, surtout s'ils sont fortement structurés, afin que des catégories de connaissances y soient identifiées. Par exemple, des documents de synthèse reflètent le point de vue de l'entreprise sur les concepts sur lesquels portent ces documents. Ils sont vus comme une première étape de modélisation des concepts concernés. Le processus d'acquisition des connaissances commence donc par une exploitation des documents de manière à faire émerger et formaliser cette première modélisation.

Lorsque les experts ont déjà rédigé des documents relatifs à la théorie de leur domaine dans lesquels ils ont formalisé et explicité leurs connaissances, il est primordial de prendre en compte ces informations dès le départ afin d'éviter un recueil de connaissances redondant et « déplaisant » pour l'expert.

Ainsi, il est pertinent de commencer par analyser les documents existants avant de procéder aux entretiens avec les experts. Dans cette démarche, il faut procéder au tri des connaissances en distinguant les connaissances utiles pour la ME de celles qui n'ont pas à être modélisées.

Cependant, les documents contenant beaucoup d'informations implicites, la collaboration avec les experts est nécessaire afin d'expliciter plus en détail la théorie du domaine.

3.2.2 Méthode d'acquisition relative à une tâche d'exploitation de la ME

La méthode d'acquisition des connaissances proposée par G. Simon dans sa thèse a des points communs avec celle proposée par A.-C. Boury-Brisset et coll. [12]. Il s'agit d'un processus d'enrichissement incrémental d'un modèle des connaissances. Une première exploitation des documents de l'entreprise relatifs au domaine permet de

construire un modèle initial général contenant les connaissances de base de la ME. Rappelons qu'une ME dans ce projet correspond à la collection de descriptions d'expériences passées significatives d'une entreprise dans un domaine donné (en l'occurrence la description de défauts dans la production d'acier). Le modèle initial permet de formaliser la description d'une expérience. La seconde étape vise à raffiner le modèle en fonction de tâches d'exploitation de la ME. À chaque ajout d'une tâche d'exploitation, le processus d'acquisition est répété selon les étapes ci-dessous afin d'augmenter le modèle.

Elle se déroule en trois étapes :

1. Exploiter les documents existants, étape orientée par l'objectif de la tâche d'exploitation des connaissances visée. C'est donc un niveau d'abstraction différent. Il s'agit de catégoriser les connaissances et déterminer quels types de connaissances sont nécessaires à cette tâche.

   Le résultat est un squelette de modèle, équivalent au schéma de modèle conceptuel de MACAO. Ce modèle va ensuite être progressivement instancié.

   Ici, le modèle permet de représenter les expériences répertoriées par les experts, on ne cherche pas à représenter leurs activités.
2. Procéder aux entretiens avec les experts du domaine, qui vont permettre d'instancier le modèle via l'acquisition d'expériences. Cette étape permet de vérifier que le modèle est utilisable par les experts eux-mêmes. Le résultat est un modèle raffiné suffisant pour être implanté. Cette étape est cyclique, le modèle est enrichi à la suite de l'acquisition auprès de chaque expert. Il est à noter que G. Simon ne précise pas comment modéliser les points de vue différents des experts.
3. Expérimentation avec un prototype afin de valider le modèle sur un nombre conséquent d'expériences concrètes. Une série d'expérimentation avec les différents experts est menée, ce qui permet d'utiliser le modèle sur ces cas concrets.

   Le résultat est un modèle final de la ME relativement à la tâche d'exploitation concernée.

Cette méthode est réutilisable dans le cas d'autres ME. Elle offre un enrichissement mutuel des niveaux domaine et inférence. Chaque tâche d'exploitation (inférence) va enrichir le niveau domaine (ME) et vice-versa.

Cette méthode d'acquisition a été utilisée pour trois tâches d'exploitation de DOLMEN : pour la tâche principale d'exploitation de la ME qui est la détection de défauts à partir d'une spécification de production d'acier, et deux fois pour la génération d'aides et d'explications au sein du système (vues comme des tâches d'exploitation de la ME).

3.2.3 Utilisation de la méthode dans le projet DOLMEN

Exploitation des documents

Les documents produits par l'entreprise (description de la fabrication d'acier, et description de la détection d'un défaut) sont structurés et ont un format unique utilisé par les différents experts. Une première exploitation permet de faire émerger la structure des documents. Dans ce cas, un document est composé de plusieurs blocs associés à une sémantique, à savoir : problème, but, analyse, ce dernier bloc contenant les sous-blocs historique, enjeux financiers et analyse technique.

Les contenus des blocs sont rédigés de façon assez littéraire, il s'agit donc de faire émerger au sein des blocs une sous-structure commune à l'ensemble des documents sous forme d'éléments. Mais cette étape est assez délicate, car les experts ont chacun leur propre interprétation du sens des blocs et il est donc difficile de trouver une structure sous-jacente commune au-delà du format commun.

Une seconde exploitation des documents sous l'angle des connaissances utiles a permis de répertorier celles-ci, de les organiser et de les nommer pour obtenir le « squelette du modèle ».

Collaboration avec les experts

L'étape suivante consistait à travailler avec les experts sur des descriptions de défauts. Il s'agissait d'appliquer le modèle à un défaut déjà analysé par l'expert et décrit dans un document de synthèse. Lors de la première étape, les documents étaient utilisés comme cadres de modélisation, alors que pour la deuxième étape ils servaient de grilles d'acquisition déjà remplies par les experts et que la séance d'acquisition avait pour but d'expliciter afin de lever les implicites.

Puis, la méthode CommonKADS a été utilisée (le modèle d'expertise) pour raffiner et clarifier les modèles obtenus et vérifier leur cohérence. En effet, la modélisation de connaissances de type objet qui était utilisée ne permettait pas de mettre

en avant les différents types de connaissances domaine, inférences et tâches. De plus, CommonKADS était perçu comme un outil permettant de faciliter la communication avec les experts. En réalité, cet objectif n'a pas été atteint, car la méthode CommonKADS introduit une nouvelle façon de décomposer les connaissances et de les représenter et les experts n'étaient pas prêts à travailler avec de nouveaux formalismes.

Enfin, un prototype du modèle a été implanté pour vérifier si le modèle est suffisamment général et s'il peut être utilisé sans l'aide du cogniticien. Ainsi, l'objectif du prototype était de représenter un défaut nouveau. Les documents étaient exploités cette fois comme sources de connaissances et facilitaient la communication avec l'expert. Après chaque séance, le modèle et le prototype ont été enrichis en fonction des informations apportées par la séance.

Le prototypage au cours de l'acquisition a un rôle majeur et positif. Ce n'est que lorsque les experts voient fonctionner le système qu'ils décrivent réellement ce qu'ils attendent du système et qu'ils réalisent vraiment quelles connaissances ils doivent transmettre. Si cet aspect pour la conception de SBC, il l'est d'autant pour la conception d'une ME. Ainsi, au cours de cette étape, de nouvelles connaissances peuvent être obtenues car l'utilisation du système permet aux experts de comprendre qu'il manque des éléments dans le modèle.

3.2.4 Conclusion

Cette phase initiale d'acquisition des connaissances permet de construire un socle de base pour la ME. Mais cette mémoire va évoluer tout au long de sa vie. Par conséquent, un processus continu d'acquisition des connaissances doit être mis en place. Cela suppose qu'un système de capitalisation des connaissances prévoit des fonctionnalités d'acquisition de connaissances utilisables par les experts eux-mêmes. À cet effet, les modèles de représentation des connaissances proposées pour la ME doivent faciliter cet aspect.

4.0 MODÉLISATION DES CONNAISSANCES D'UNE MÉMOIRE D'ENTREPRISE

4.1 Typologie des connaissances d'une mémoire d'entreprise

4.1.1 Classification des connaissances selon leur sémantique

Cette classification concerne les mémoires d'entreprise techniques. Elle vise à cerner l'ensemble des connaissances que l'on doit incorporer dans une ME.

- Connaissances **descripto-illustratives** : connaissances factuelles détenues par un ensemble de personnes de l'entreprise sur un domaine donné. J. Pomian distingue trois catégories :
  - Les connaissances *historiques* du domaine avec une dimension temporelle. Ces connaissances sont datées et donc utilisables en prenant en compte cette notion temporelle.
  - Les connaissances *acteurs* permettant de décrire les acteurs de l'entreprise dans un domaine donné (personnes, entreprises sous-traitantes, services de l'entreprise, etc.).
  - Les connaissances *domaine* regroupant les connaissances clairement partagées par toutes les personnes de l'entreprise dans le domaine concerné. Ce sont les connaissances de base du domaine dénuées de toute interprétation.
- Connaissances **stratégico-déductives** : connaissances permettant d'effectuer des raisonnements dans le domaine. Elles exploitent les connaissances du domaine. On distingue les connaissances thématiques (permettant de produire le raisonnement) et les connaissances justificatives sur lesquelles s'appuient les connaissances thématiques et qui s'apparentent à celles d'un expert d'une tâche particulière sur un domaine donné.
- Connaissances **documentaires** : elles permettent de décrire comment les documents produits par l'entreprise dans le domaine peuvent être utilisés et interprétés par un utilisateur potentiel.

4.1.2 Classification des connaissances multi-critères (Van Heijst)

G. Van Heijst propose un moyen de caractériser toute connaissance de l'entreprise afin de pouvoir décider si elle doit s'ajouter à la ME. Il définit six critères :

- Les **activités** de l'entreprise en relation avec la connaissance à laquelle on s'intéresse.
- Les **domaines** de connaissances auxquels appartient la connaissance
- La **forme** : ce critère désigne les différentes représentations physiques sous laquelle la connaissance peut se trouver dans l'entreprise, soit papier, électronique, « la tête des gens ».
- Le **type** permet d'identifier la sémantique de la connaissance. Permet de savoir si la connaissance est de type procédure, méthode, constatation, etc.
- Les **produits / services** concernent les connaissances reliées à un produit ou service de l'entreprise.
- Le **temps** et le **lieu** : ces éléments sont utiles pour les connaissances qui sont dans la tête des gens. Ils permettent de préciser quelle personne détient la connaissance et quand elle peut être contactée.

4.1.3 Typologie proposée par G. Simon

Les critères retenus par G. Simon par rapport aux classifications précédentes sont :

- **Support** : type de support sur lequel est physiquement représentée la connaissance. Les valeurs sont « document », « tête des experts » ou « aucun » (connaissance non explicitée mais devant être intégrée à la mémoire d'entreprise).
- **Cible** : type d'objet sur lequel porte la connaissance. Les valeurs dans le cadre du projet DOLMEN sont *fabrication d'acier*, *défaut métallurgique* ou *générale* s'il s'agit de connaissances plus générales.
- **Source** : permet de déterminer comment a été créée la connaissance, identifie une partie de la sémantique de la connaissance manipulée. Prend les valeurs *domaine* (connaissances partagées de tous, fondements du domaine tels que les lois, règles, constantes) et *expérience* (connaissances subjectives qui doivent être accompagnées du nom de la personne qui les a produites). Ces dernières sont les plus difficiles à modéliser car elles sont variables d'une personne à une autre et

fluctuantes. Ceci est contraire à la notion de modèle où l'on cherche à formaliser et généraliser les connaissances.

- **Type** : identifie une autre partie de la sémantique de la connaissance. Il considère les valeurs *factuel* (descriptives d'un état, d'un objet, d'une situation), ou *inférentiel* (permettant d'effectuer des raisonnements variés) qui ont un aspect dynamique ne prenant de sens que dans le contexte d'une utilisation particulière.

4.2 Représentation des connaissances dans DOLMEN

Dans l'application DOLMEN, l'acquisition des connaissances résulte en une structuration de fiches (issues des documents de synthèse) de fabrication d'acier.

Une fiche identifie le nom de la fabrication tel qu'attribué par son rédacteur, donne un résumé du problème et quelques mots clefs permettant d'identifier le contexte de pertinence. Les autres informations sont structurées tel que décrit dans le tableau ci-dessous.

Thème : type de fabrication concerné.
Objectifs : permet de cerner le problème à résoudre.
Analyse : • Historique : historique des travaux effectués depuis la mise en service de la fabrication. • Enjeux financiers : récapitulatif des aspects financiers. • Analyse technique : détail de la fabrication elle-même. Contient la liste des procédés métallurgiques intervenant dans la fabrication. Pour chaque procédé sont fournis certains paramètres et leur valeur.
Actions : description des actions entreprises et envisagées qui peuvent être métallurgiques ou de type organisationnel.
Résultats : résume les résultats attendus ou déjà obtenus.
Perspectives : Met en lumière les éventuelles actions à venir.
Enseignement / verrouillage : résumé intégrant une partie enseignement et une partie verrouillage (référence à des problèmes d'organisation)

Ce même cadre de structuration des fiches est instancié pour les documents liés aux défauts.

Pour la mise en œuvre du système DOLMEN, le bloc « analyse » semble être celui qui contient le plus d'informations utiles. Cependant, le contenu du bloc « analyse » n'est pas uniforme, trois niveaux de détail des explications fournies ont pu être identifiés.

4.2.1 Classification des connaissances pour DOLMEN

Quatre ensembles de connaissances à intégrer dans la ME ont été identifiés :

- *Connaissances métallurgiques de base* : connaissances générales utilisées dans les descriptions de fabrication d'aciers et les descriptions de défauts. Elles comprennent les paramètres métallurgiques, les procédés métallurgiques, les lois et les constantes métallurgiques.
- *Connaissances sur les fabrications d'acier*. Le modèle de fabrication d'acier doit contenir les connaissances permettant de décrire la fabrication proposée par l'utilisateur. Il doit permettre de situer le type de fabrication proposée par l'utilisateur : quel est l'acier produit ? Existe-t-il des contraintes associées à cette fabrication ? De plus, le modèle doit permettre de décrire le processus de fabrication d'acier lui-même. Pour ce faire, la description doit contenir les connaissances liées à *la filière métallurgique*, c'est-à-dire la suite de procédés utilisés dans la fabrication (coulée, laminage, recuit, revêtement). Le modèle de fabrication est composé d'un contexte et d'un corps. Le contexte permet de modéliser le type de fabrication alors que le corps représente son contenu réel. Ce modèle a pu être établi facilement, car il correspond aux descriptions faites par les experts dans les fiches associées.
- *Connaissances sur les défauts métallurgiques* : description générale ainsi que la description des défauts déjà rencontrés au cours des productions. Il s'agit de connaissances peu sûres et très évolutives (leur description change en fonction de la maîtrise des experts). Le concept de défaut métallurgique recouvre une grande variété de phénomènes décrits de façons différentes. Il faut donc concevoir un modèle souple pouvant intégrer cet aspect hétérogène. Le modèle de défaut présente des connaissances déclaratives (description de la nature et de l'aspect du défaut) et des connaissances dynamiques (mécanismes de formation du défaut). Ces dernières sont de nature inférentielle et ont été obtenues à partir d'entretiens avec les experts. Chaque défaut connu est représenté par un cas, l'ensemble des

modélisations des défauts formant la base de cas. La structure de base d'un défaut se compose de quatre parties :

- **En-tête** : descriptif du défaut, c.-à-d. son nom, le titre de la fiche de synthèse correspondante, le nom de l'expert en charge du défaut et la date de la modélisation.
- **Contexte** de pertinence : composée d'un ensemble prédéfini de mots clefs.
- **Corps** ou mécanismes de formation du défaut. Contient un ensemble de concepts et d'outils permettant de représenter les différentes causes d'apparition ainsi que leurs relations. Les causes de base sont représentées par des paramètres critiques associés à des courbes critiques. La dynamique de formation est représentée par un ensemble de formules d'agrégation qui peuvent être accompagnées de contextes de pertinence décrits par des formules d'agrégation. Les formules d'agrégation sont fondées sur l'existence d'opérateurs d'agrégation permettant de représenter explicitement des liens entre les différentes causes de formation du défaut.
- **Remarques complémentaires** relatives au remède apporté au défaut : exprimées sous forme d'un texte en français défini par les experts pouvant être général ou contextuel (proposé à l'utilisateur uniquement lorsque le défaut est détecté et que les contextes sont satisfaits).

- *Connaissances sur le savoir-faire de détection défectologique*. Ce dernier n'est pas détaillé dans [4].

5.0 MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTÈME DE CAPITALISATION DES CONNAISSANCES

Un « système de capitalisation des connaissances » peut être vu comme étant un système à base de connaissances permettant, d'une part, d'implanter une mémoire d'entreprise et, d'autre part, de mettre en œuvre des mécanismes variés d'exploitation de cette mémoire [4].

5.1 Catégories d'utilisateurs

Un système de capitalisation des connaissances doit permettre aux futurs utilisateurs de gérer et de faire vivre la mémoire d'entreprise, de la consulter et de l'exploiter. On peut distinguer trois catégories d'utilisateurs :

- Utilisateur final : c'est le consommateur des services offerts par le système. Il est intéressé à utiliser les mécanismes d'exploitation offerts par le système. Le plus souvent, il n'est ni novice dans le domaine, ni expert.
- Expert du domaine de la mémoire : Le rôle de cet utilisateur est de permettre au système de fonctionner, d'enrichir et de maintenir la ME (sauf l'ensemble des connaissances du domaine). C'est grâce à lui que la mémoire pourra évoluer au fil du temps. Pour cela, le système doit mettre à sa disposition les moyens lui permettant de décrire ses connaissances et de les intégrer à la mémoire.
- Expert du domaine d'application : son rôle est de maintenir la partie « connaissances du domaine » de la ME.

5.2 Architecture du système de capitalisation de connaissances

L'architecture d'un système de capitalisation des connaissances comprend deux grandes parties :

- La mémoire d'entreprise : comprend un ensemble de modèles de base proposant des formalismes et méthodes permettant de représenter les types d'objets ou connaissances à intégrer à la mémoire d'entreprise. Ces sont les modèles support de la mémoire d'entreprise. Dans DOLMEN, l'ensemble des instances d'un modèle support forme une base de cas, chaque instance constituant un cas. L'ensemble des différentes bases de cas constitue une sous-partie des connaissances de la mémoire d'entreprise.

  Un modèle peut aussi être utilisé par composition avec d'autres modèles. Cette composition donne naissance à un nouveau modèle qui est un composant à part entière de l'entreprise comme représentant le point de vue de l'entreprise sur une catégorie d'objets.

  Au sein de cet ensemble de modèles, un sous-ensemble est présent dans toutes les mémoires d'entreprise, Ce sont les modèles des connaissances de base du domaine dont les instances sont les connaissances du domaine visé par la ME.

- Les modules d'exploitation qui réalisent des tâches d'exploitation particulières de la ME. Une tâche d'exploitation est un processus utilisant de façon particulière des connaissances de la ME pour réaliser un service ou produire un résultat destinés aux utilisateurs finaux du système. Par exemple, la résolution d'un problème donné ou la mise en œuvre de navigation dans la base de connaissances sont des tâches d'exploitation possibles.

  Pour accomplir sa tâche, chaque module doit avoir une représentation des connaissances de la ME qu'il a besoin d'exploiter. Chaque module d'exploitation est donc composé de deux parties :

  - un modèle spécifique de représentation d'un sous-ensemble de connaissances de la mémoire appelé « modèle d'interprétation »;
  - un ensemble d'algorithmes d'exploitation visant à réaliser la tâche (allant de simples calculs à des raisonnements complexes).

L'ensemble des résultats produits par les modules d'exploitation constitue le résultat du système de capitalisation des connaissances.

L'approche de représentation d'une ME par un ensemble de bases de cas procure de nombreux avantages pour l'implantation et la gestion d'une ME :

- La notion de cas peut facilement être mise en correspondance avec celle d'expérience de l'entreprise. C'est un découpage de la mémoire assez intuitif pour les utilisateurs.
- La structuration en cas garantit la localité des modifications de la ME : ajout, modification ou suppression d'un cas. Le maintien de la cohérence de la mémoire s'en trouve facilité. Il en est de même de l'évolution incrémentale de la mémoire.
- Dans ce contexte, la base de cas représentant la mémoire est enrichie par les utilisateurs et non par le système lui-même. La représentation des cas doit être accompagnée d'un langage permettant à ces utilisateurs de les créer.

5.3 Architecture du système DOLMEN

5.3.1 Mémoire d'entreprise

La mémoire d'entreprise comprend quatre modèles support :

- Modèle de descripteur de paramètre métallurgique ;
- Modèle de descripteur de process métallurgique ;
- Modèle de valeur calculée ;
- Modèle de défaut métallurgique.

Les trois premiers modèles font partie des modèles de connaissances de base du domaine. Les quatre modèles sont utilisés par instanciation. L'ensemble des instances de ces modèles constitue une base de paramètres, une base de procédés et une base de valeur calculée. Chaque instance du modèle de défaut (qui constitue un cas) représente un défaut décrit par un expert dans une fiche de synthèse.

La ME contient aussi un modèle de fabrication qui est obtenu par composition des modèles de paramètres et de procédés. La ME ne contient pas d'instances de ce modèle car ce type de problème ne correspond pas aux connaissances de la ME souhaitée.

Les instances de défauts sont représentées explicitement. Il aurait été possible de ne conserver dans la ME que les liens du type « telle fabrication a entraîné tel défaut ». Le processus de détection aurait alors consisté à comparer la fabrication testée avec les fabrications citées et à lister les défauts associés aux fabrications jugées semblables. L'objectif du système étant la capitalisation et la mise à disposition des connaissances métallurgiques, l'intérêt est de pouvoir consulter la ME pour retrouver la justification de telle ou telle décision. Cela n'a de sens que si les connaissances sont représentées explicitement. Le système doit pouvoir expliquer à l'utilisateur pourquoi les défauts risquent d'être engendrés.

5.3.2 Base de cas

La base des défauts constitue donc la base de cas (18 cas). En effet, un défaut métallurgique peut être vu comme une description partielle de fabrication d'acier défectueuse dans laquelle seuls les paramètres incriminés dans la formation du défaut sont cités. Un défaut métallurgique peut donc être considéré comme un cas particulier de fabrication d'acier défectueuse. La détection de défaut consiste donc à rechercher la fabrication d'acier défectueuse la plus proche de la fabrication testée. Les cas résolus sont donc les descriptions de défauts et le problème à résoudre est la fabrication à analyser. Le degré de similarité calculé par le système entre la fabrication et les défauts détectés est

P516272.PDF [Page: 35 of 44]

interprété comme un risque d'apparition de ces défauts. Dans le système de G. Simon, il n'y a pas de module d'adaptation de cas, puisqu'il n'existe pas de représentation d'une solution proposée par l'expert pour éviter le défaut. De plus, tous les cas dépassant un certain seuil de similarité sont présentés à l'utilisateur (et non pas le plus similaire seulement). Enfin, la base de cas est maintenue par les experts puisqu'elle représente une partie de la ME.

Il est à noter que G. Simon n'a pas utilisé d'outil de raisonnement à partir de cas (ex. Remind) car les modes de représentation des cas dans ces systèmes reposent souvent sur des listes d'attributs (couples attributs-valeurs), ce qui est insuffisant pour couvrir la diversité des types de connaissances devant être modélisées (défauts métallurgiques intégrant des ensembles flous pour représenter l'influence de paramètres sur le défaut, des opérateurs d'agrégation permettant de représenter des combinaisons de paramètres et des règles représentant des contextes de formation du défaut).

5.3.3 Mécanismes d'exploitation

Les modules d'exploitation nécessitent des connaissances propres utilisées par les algorithmes de résolution. Ce sont des connaissances plus dynamiques et de type opératoire.

Les modèles de connaissances doivent être complétés pour répondre aux besoins des modules d'exploitation. Ainsi, dans les fiches de synthèse, on ne trouve pas la notion de risque d'apparition de défaut, notion qui doit être prise en compte par le module d'exploitation. Cette notion doit être modélisée en collaboration avec les experts et être ajoutée pour les besoins du module d'exploitation. De plus, les experts décrivent généralement les fabrications d'acier de manière partielle. Le module d'exploitation doit lui-même compléter cette description si besoin est, par exemple trouver des valeurs par défaut pour les paramètres non précisés par l'utilisateur mais utiles pour la mise en œuvre du processus de détection.

5.4 Aides et explications

G. Simon identifie certaines catégories d'aide dans son système de capitalisation de connaissances :

- Aider l'utilisateur à se servir correctement du logiciel (aides en ligne sur les fonctionnalités du logiciel) ;
- Aider l'utilisateur à interpréter le résultat d'un module d'exploitation en fonction des connaissances de la ME mobilisée (aide à la compréhension des résultats : c'est le type d'explication classique fourni par les SE);
- Aide à la résolution de problème : suggérer à l'utilisateur des modifications de la fabrication d'acier pour atténuer les défauts détectés (liés à la tâche d'exploitation). C'est l'aide que l'on retrouve dans les systèmes d'EIAO (Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur) pour aider l'élève à appliquer des méthodes ou stratégies, ou l'aider à corriger ses erreurs.
- Aider l'expert de la mémoire d'entreprise à modéliser de nouvelles expériences à ajouter à la ME (c.-à-d. aider à utiliser le modèle de défaut). Ce type d'aide moins conventionnel vise à familiariser les experts (qui ne sont pas utilisateurs finaux du système) avec les modèles support de la ME afin qu'ils puissent appliquer les modèles à leurs propres défauts. L'aide consiste en :
  - une explication du rôle des différents composants du modèle,
  - une présentation synthétique de la modélisation en cours (statique ou dynamique),
  - La proposition par le système du début de modélisation qui serait généré à partir des documents décrivant les défauts : le but serait que le système produise automatiquement un canevas de modélisation grâce à une exploration automatique des fiches de synthèse. Ces documents étant fortement structurés, G. Simon pense que les outils d'analyse de documents permettraient d'extraire automatiquement les informations utiles à la modélisation du défaut, par exemple repérer les paramètres critiques qui sont toujours présentés au même endroit dans le document. De cette façon, l'expert procéderait au raffinement et à la validation du modèle.
  - Une aide dynamique à la résolution de problèmes de modélisation pour guider l'expert dynamiquement au cours de la modélisation (à la façon des assistants Word).

- Une simulation incrémentale de la modélisation afin de permettre de répondre à des questions du type « Et si je fais comme ça, qu'est-ce que ça donne ? ». Donner la possibilité aux experts de simuler l'effet des formules que les experts ont introduites au cours de la modélisation.

Dans sa thèse, G. Simon a approfondi l'aide à la compréhension des résultats et l'aide dynamique de type assistant à la modélisation qui sont décrits ci-dessous.

5.4.1 Aide à la compréhension des résultats

Il s'agit des explications que l'on retrouve dans les systèmes experts : quelles sont les connaissances de la mémoire d'entreprise qui ont été mobilisées afin de parvenir au résultat produit par le module d'exploitation. L'aide doit donc apporter des explications complémentaires au compte-rendu d'analyse d'un défaut permettant à l'utilisateur final d'être capable de remonter de l'analyse faite par le système à des conclusions en matière de causes de formation du défaut qui ont été à la base de la modélisation de l'expert défectologue. Il s'agit de proposer à l'utilisateur final une interprétation des résultats en terme de mécanismes métallurgiques, chimiques ou mécaniques qu'il est censé maîtriser, c'est-à-dire une « décompilation » de la connaissance modélisée par l'expert. L'aide vise également à proposer à l'utilisateur l'enchaînement des causes provoquant la formation d'un défaut. Les connaissances nécessaires à ces explications ne figurent pas dans la modélisation d'un défaut car elles ne sont pas utiles à la tâche d'exploitation mais elles le deviennent pour produire des explications. C'est le problème de la génération d'explications : ce ne sont pas les mêmes connaissances ou du moins pas au même niveau, qui servent lors de la résolution de problèmes et lors du processus explicatif.

Pour générer ce type d'explication, G. Simon propose d'étendre le modèle de défaut pour permettre à l'expert d'y représenter les raisons de ses choix de modélisation de manière systématique afin de pouvoir ensuite les exploiter pour expliquer les résultats du module d'exploitation à l'utilisateur final. Du fait de la structuration de la ME en cas, une dimension explicative est ajoutée aux cas. Ainsi, chaque connaissance est représentée deux fois, selon un point de vue différent, les descriptions du défaut d'une part et l'explication de cette description d'autre part. La génération d'explications pour l'utilisateur final est vue comme un mode d'exploitation particulier des connaissances de

P516272.PDF [Page: 38 of 44]

la ME. En intégrant la dimension explicative aux cas, chaque expert fera évoluer les connaissances explicatives locales à son cas sans remettre en cause les autres connaissances explicatives du système.

5.4.2 Aide à la modélisation

Un langage de description est proposé afin d'aider l'expert à formuler la modélisation.

En matière d'aide, le système dispose d'une collection de scénarios de difficultés, chacun d'eux devant être activé en fonction d'un contexte reflétant un état particulier de la modélisation de l'utilisateur.

5.4.3 Aspects méthodologiques liés à la génération d'explications

Les experts sont spécialistes dans leur domaine, pas en explications. Selon certains chercheurs, il incombe au concepteur informaticien de proposer des scénarios. En faisant fonctionner une maquette, les didacticiens savent alors très bien dire ce qui leur semble intéressant et pourquoi, ce qui leur semble mauvais et pourquoi . Des voies de recherche portent au contraire sur la modélisation de systèmes experts explicatifs dès le départ de leur conception. Dans la pratique, il semble difficile de mener en même temps le recueil des connaissances liées à la résolution de problèmes et celles nécessaires aux aides et explications.

6.0 CONCLUSION

Un projet de mémoire d'entreprise doit se préparer progressivement et longtemps avant le démarrage du projet informatique. Avant de décider de la mise en place d'un système de ce type, l'entreprise doit avoir pensé à la mémoire qu'elle souhaite constituer et surtout avoir convaincu l'ensemble des utilisateurs potentiels de son utilité.

Selon G. Simon, il est primordial de concrétiser très tôt cette mémoire sous forme d'un système opérationnel, quitte à ce qu'il soit incomplet pour permettre aux acteurs de réagir plus facilement et de raffiner la spécification de la mémoire. La démarche proposée est de choisir au départ une tâche d'exploitation de la ME à partir de laquelle on va

pouvoir commencer à construire la mémoire qui pourra ensuite être enrichie. Cette démarche garantit un développement progressif de la mémoire.

Une mémoire d'entreprise doit être intégrée harmonieusement dans l'entreprise, en particulier les systèmes de gestion documentaire, les systèmes à base de connaissances, les bases de données, etc. Cela signifie qu'il est souhaitable de doter les systèmes de capitalisation des connaissances de fonctionnalités permettant cette ouverture vers l'extérieur. Les intranets et les techniques de gestion électronique de documents offrent des aspects intéressants pour l'implantation de ME. Ils permettent de mettre des documents sous forme hypertextuelle, qui peuvent ainsi être consultés facilement. Dans ce contexte, cette intégration de la ME et des documents électroniques nécessite de faire évoluer de manière cohérente les deux composantes.

7.0 RÉFÉRENCES

1. J. Pomian, *Mémoires d'entreprise*, Éditions Sapienta, 1996.
2. G. Van Heijst, R. Van der Spek, E. Kruizingua, *Organizing Corporate Memories*, Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition Workshop, Banff, Canada, 1996.
3. M.Grundstein, *La capitalisation des connaissances de l'entreprise, système de capitalisation des connaissances*, L'entreprise apprenante et les sciences de la complexité, Aix en Provence, mai 1995.
4. G. Simon, *Modèles et méthodes pour la conception de mémoires d'entreprise, Le système DOLMEN : une application en métallurgie*, Thèse de doctorat de l'université de Nancy, 1997.
5. M. Uschold, M. Gruninger, *Ontologies : principles, methods and applications*, Knowledge Engineering Review, 11(2), 1996, pp. 93-155.
6. Dossier Gestion des connaissances, Bulletin Neteconomie, URL :http://www.neteconomie.fr/dossiers/dossierkm.html.
7. J.-L. Ermine, M. Chaillot, P. Bigeon, B. Charreton, D. Malavieille (1996), MKSM: Méthode pour la gestion des connaissances, Ingénierie des Systèmes d'information, AFCET-Hermès, 4(4), pp. 541-575, aussi en ligne à l'adresse URL :http://www.mcxapc.org/ateliers/8/mksm.htm.
8. Project Kactus, http://www.swi.psy.uva.nl/projects/NewKactus/home.html.
9. G. Schreiber, B. Wielinga, R. de Hoog, H. Ackkermans, W. Van de Velde, *CommonKADS : A comprehensive methodology for KBS development*, IEEE Expert, pp. 28-37, Décembre 1994.
10. B. Swartout, R. Patil, K. Knight et T. Russ, *Toward distributed use of large-scale ontologies*, Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition Workshop, Banff, Canada, 1996.
11. A. Valente, J. Breuker, Towards principled core ontologies, Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition Workshop, Banff, Canada, 1996.
12. A.-C. Boury-Brisset, G. Simian, N. Tourigny, *Analyse de sécurité routière : une approche de modélisation constructive et incrémentale d'acquisition des connaissances multi-expertes basée sur des études de cas*, CMRSC'99, Halifax, mai 99.

SANS CLASSIFICATION

DISTRIBUTION INTERNE
DREV TM 1999-191

1 – Directeur général
6 – Bibliothèque des documents
1 – Chef de section, Systèmes d'aide à la décision
1 – Dr A.-C. Boury-Brisset
1 – Mme Micheline Bélanger
1 – M. Jean Roy

SANS CLASSIFICATION

DISTRIBUTION EXTERNE
DREV TM 1999-191

1 – DRDCGI
1 – DRDCGI (exemplaire non relié)

SANS CLASSIFICATION

COTE DE SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

FICHE DE CONTRÔLE DU DOCUMENT

1. PROVENANCE (le nom et l'adresse)	2. COTE DE SÉCURITÉ (y compris les notices d'avertissement, s'il y a lieu)
CRDV 2459 Bvd Pie-XI Nord Val-Bélair, QC G3J 1X5	unclassified

3. TITRE (Indiquer la cote de sécurité au moyen de l'abréviation (S, C, R ou U) mise entre parenthèses, immédiatement après le titre.)
Construction de mémoires d'entreprise: modèles, méthodes et application (U)

4. AUTEURS (Nom de famille, prénom et initiales. Indiquer les grades militaires, ex.: Bleau, Maj. Louis E.)
Boury-Brisset Anne-Claire

5. DATE DE PUBLICATION DU DOCUMENT (mois et année)	6a. NOMBRE DE PAGES	6b. NOMBRE DE REFERENCES
Juin 2001	34	12

7. DESCRIPTION DU DOCUMENT (La catégorie du document, par exemple rapport, note technique ou mémorandum. Indiquer les dates lorsque le rappo couvre une période définie.)
Mémoire technique

8. PARRAIN (le nom et l'adresse)

9a. NUMÉRO DU PROJET OU DE LA SUBVENTION (Spécifier si c'est un projet ou une subvention)	9b. NUMÉRO DE CONTRAT
Projet 3dp11	

10a. NUMÉRO DU DOCUMENT DE L'ORGANISME EXPÉDITEUR	10b. AUTRES NUMÉROS DU DOCUMENT
DREV TM-1999-191	N/A

11. ACCÈS AU DOCUMENT (Toutes les restrictions concernant une diffusion plus ample du document, autres que celles inhérentes à la cote de sécurité.)

- ☒ Diffusion illimitée
- ☐ Diffusion limitée aux entrepreneurs des pays suivants (spécifier)
- ☐ Diffusion limitée aux entrepreneurs canadiens (avec une justification)
- ☐ Diffusion limitée aux organismes gouvernementaux (avec une justification)
- ☐ Diffusion limitée aux ministères de la Défense
- ☐ Autres

12. ANNONCE DU DOCUMENT (Toutes les restrictions à l'annonce bibliographique de ce document. Cela correspond, en principe, aux données d'accè au document (11). Lorsqu'une diffusion supplémentaire (à d'autres organismes que ceux précisés à la case 11) est possible, on pourra élargir le cercl de diffusion de l'annonce.)
Annonce illimitée

SANS CLASSIFICATION

COTE DE LA SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

SANS CLASSIFICATION

COTE DE LA SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

13. SOMMAIRE (Un résumé clair et concis du document. Les renseignements peuvent aussi figurer ailleurs dans le document. Il est souhaitable q sommaire des documents classifiés soit non classifié. Il faut inscrire au commencement de chaque paragraphe du sommaire la cote de séc applicable aux renseignements qui s'y trouvent, à moins que le document lui-même soit non classifié. Se servir des lettres suivantes: (S), (C), (F (U). Il n'est pas nécessaire de fournir ici des sommaires dans les deux langues officielles à moins que le document soit bilingue.)

Dans le cadre d'un projet visant à construire une mémoire d'entreprise pour les forces de l'air, ce rapport fait état des divers modèles et méthode peuvent aider à la mise en place d'une telle mémoire organisationnelle. De plus, nous illustrons l'approche par une application en métallurgie dont cer éléments pourraient être exploités dans notre contexte.

14. MOTS-CLÉS, DESCRIPTEURS OU RENSEIGNEMENTS SPÉCIAUX (Expressions ou mots significatifs du point de vue technique, qui caractér un document et peuvent aider à le cataloguer. Il faut choisir des termes qui n'exigent pas de cote de sécurité. Des renseignements tels que le m de l'équipement, la marque de fabrique, le nom de code du projet militaire, la situation géographique, peuvent servir de mots-clés. Si possible, ce choisir des mots-clés d'un thésaurus, par exemple le "Thesaurus of Engineering and Scientific Terms (TESTS)". Nommer ce thésaurus. Si l'on ne pas trouver de termes non classifiés, il faut indiquer la classification de chaque terme comme on le fait avec le titre.)

gestion des connaissances, mémoire d'entreprise

#516272

CA011720

SANS CLASSIFICATION

COTE DE SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)